

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

②① Anmeldenummer: 89123354.6

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: H01F 3/00, H01F 1/153

②② Anmeldetag: 18.12.89

③③ Priorität: 14.01.89 DE 3900946

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
25.07.90 Patentblatt 90/30

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT NL SE

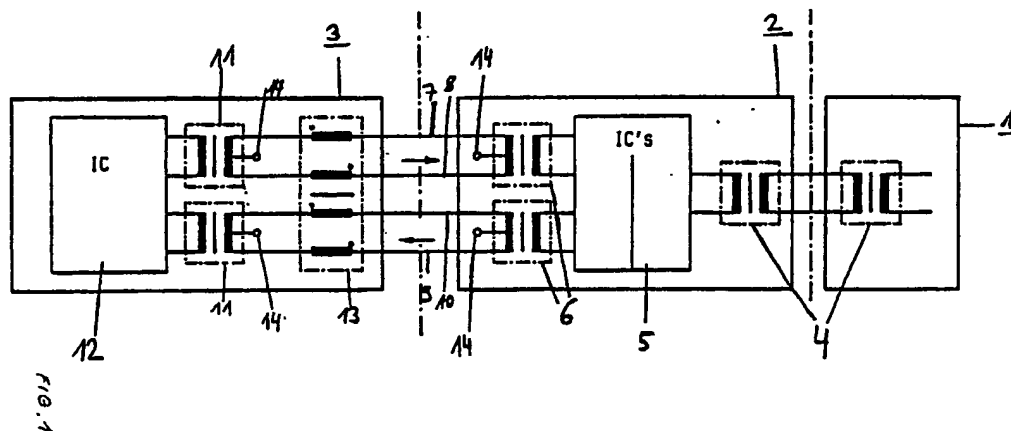
⑦① Anmelder: VACUUMSCHMELZE GMBH  
Grüner Weg 37 Postfach 2253  
D-6450 Hanau 1(DE)

⑦② Erfinder: Blinkofski, Johannes  
Gartenstrasse 38

D-6458 Rodenbach(DE)  
 Erfinder: Grätzer, Dietmar  
 Königsberger Strasse, 21  
 D-8756 Kahl(DE)  
 Erfinder: Herzer, Giselher, Dr.  
 Humperdinckweg, 2  
 D-6450 Hanau(DE)  
 Erfinder: Hilzinger, Hans-Reiner, Dr.  
 Leipziger Strasse, 65  
 D-6456 Langenselbold(DE)  
 Erfinder: Petzold, Jörg, Dr.  
 Varangeviller Strasse, 2  
 D-6454 Bruchköbel(DE)

⑨④ Magnetkern für einen Schnittstellen-Übertrager.

⑤⑦ Im neuen digitalen Kommunikationssystem ISDN erfolgt die Übertragung zwischen dem Netzabschluß (2) und den Endgeräten (3) über die sogenannte  $S_0$  - Schnittstelle durch Schnittstellenübertrager (6, 11). Da die Stromversorgung der Endgeräte zum Teil ebenfalls über diese Übertrager erfolgt, hat eine Stromunsymmetrie in den Leitungen (7, 8) bzw. (9, 10) eine Vormagnetisierung der Übertrager zur Folge. Die ISDN-Anforderungen an die Übertrager müssen somit auch bei einer Gleichstromvormagnetisierung erfüllt werden. Kompakte Übertrager mit einfachem Wicklungsaufbau, die die ISDN-Anforderungen erfüllen, weisen als Magnetkernmaterial erfindungsgemäß eine amorphe Co-Basislegierung mit einer Permeabilität von mehr als 25 000 und weniger als 95 000 auf. Vorzugsweise enthalten die Magnetkerne neben Co im wesentlichen Fe und Mn mit einem Gesamtgehalt von 3 bis 8 Atom-% sowie Metalloide mit einem Anteil von 24 bis 29 Atom-% und wahlweise bis zu 15 Atom-% Ni sowie bis zu 1 Atom-% Mo, Cr und/oder Ni.



EP 0 378 823 A2

## Magnetkern für einen Schnittstellen-Übertrager

Die Erfindung betrifft einen Magnetkern für einen Schnittstellen-Übertrager nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein solcher Schnittstellen-Übertrager findet Anwendung bei der sogenannten  $S_0$  - Schnittstelle des ISDN-Netzes als Übertrager an der Schnittstelle zwischen dem Netzabschluß und den einzelnen Endgeräten.

ISDN ist ein neues, weltweites, digitales Kommunikationssystem. Bei ISDN erfolgt die Verbindung zwischen einer digitalen Ortsvermittlungsstelle und einem sogenannten Netzabschluß über eine  $U_{ko}$  - Leitungsschnittstelle. Die Entfernung zwischen der digitalen Ortsvermittlungsstelle und einem Netzabschluß kann hierbei max. 8 km betragen. An einen einzigen Netzabschluß können bis zu 8 Endgeräte angeschlossen werden. Bei den Endgeräten kann es sich beispielsweise um Telefon, Bildschirmtelefon, Bildschirmtext, Faksimile, Textfax, Arbeitsplatzstation u. a. handeln. Die Endgeräte können wiederum bis zu 150 m vom jeweiligen Netzabschluß entfernt sein. Die Schnittstelle zwischen Netzabschluß und den Endgeräten wird als  $S_0$ -Benutzerschnittstelle bezeichnet.

Die Anforderungen an eine solche  $S_0$  - Schnittstelle sind in der internationalen Norm CCITT I.430 bzw. in der Norm FTZ 1 TR 230 der Deutschen Bundespost festgelegt.

Diese Normen legen beispielsweise die Impedanz der Schnittstelle in Abhängigkeit von der Frequenz oder auch eine sogen. Impulsmaske für die übertragenen digitalen Impulse fest. Mit den sich aus diesen Normen ergebenden Anforderungen an die magnetischen und elektrischen Eigenschaften von  $S_0$  - Schnittstellenübertragern beschäftigt sich beispielsweise die Firmenveröffentlichung PUBL 1101E von H. Hemphill, Using Pulse Transformers for ISDN-Applications der Schaffner Elektronik AG, Luterbach, Schweiz. In dieser Veröffentlichung sind in den Fig. 2 und 3 auch die Anforderungen an die Impedanz und die Impulsübertragung nach den postalischen Normen dargestellt. Ob ein digitaler Puls innerhalb der vorgegebenen Impulsmaske übertragen werden kann, hängt im wesentlichen von der Induktivität und den Kapazitätswerten des Übertragers ab. Die Induktivität  $L$  des Übertragers bestimmt im wesentlichen den Dachabfall des übertragenen Impulses. Unter dem Dachabfall versteht man die unerwünschte Abnahme der Spannung des Übertragenden Impulses während der Impulsdauer. Um die ISDN-Anforderungen zu erfüllen, muß die Induktivität des Übertragers größer als etwa 20 mH sein. Die Kapazitätswerte des Übertragers wirken sich auf die Signalform des übertragenen Impulses insbesondere beim Übergang vom High- in den Low-Zustand aus. Hierbei sind möglichst niedrige Werte für die Koppelkapazität erforderlich. Als Koppelkapazität wird die Kapazität zwischen zwei verschiedenen Wicklungen des Übertragers bezeichnet. Die Koppelkapazität ist u. a. abhängig von der Zahl der aufgebrachten Windungen und auch von der Anordnung der Wicklungen. Als Magnetkerne für einen  $S_0$  - Schnittstellenübertrager werden in der obengenannten Veröffentlichung beispielsweise sogen. RM6-Kerne angegeben. Als Kernmaterial wird Ferrit genannt. Bei Verwendung von Ferritkernen sind die Werte für die Permeabilität  $\mu$  und die Sättigungsinduktion  $B_s$  beschränkt. Typische Werte hierfür sind  $\mu = 10\,000$ ,  $B_s = 0,45\text{ T}$  (SIFERIT T38 der Fa. SIEMENS).

Die Induktivität des Übertragers ist direkt proportional zur Permeabilität des Kernwerkstoffes. Um mit den Werten der Permeabilität und Sättigungsinduktion der Ferrite die ISDN-Anforderungen hinsichtlich der Induktivität, insbesondere auch bei einer Gleichstromvormagnetisierung des Übertragers zu erfüllen, sind entweder ein vergleichsweise großer magnetischer Kernquerschnitt oder hohe Windungszahlen erforderlich. Ein größerer magnetischer Kernquerschnitt bedeutet aber eine Vergrößerung des Magnetkerns und somit eine Vergrößerung des Bauvolumens des Übertragers. Erwünscht sind jedoch möglichst kleine Komponenten. Eine höhere Windungszahl bedeutet zunächst eine Erhöhung der Koppelkapazität und somit eine Verschlechterung des Übertragungsverhaltens. Um dies zu vermeiden, sind komplizierte Wicklungsanordnungen mit zwischen den Wicklungen liegenden Isolierschichten erforderlich. Die Herstellung der Wicklung wird hierdurch kompliziert und kostenaufwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Magnetkern für einen  $S_0$  - Schnittstellenübertrager anzugeben, der ein möglichst kleines Bauvolumen aufweist und der mit einem einfachen Wicklungsaufbau und geringer Windungszahl die Herstellung eines  $S_0$  - Schnittstellenübertragers nach den ISDN-Anforderungen erlaubt. Die ISDN-Anforderungen sollen insbesondere auch bei einer Gleichstromvormagnetisierung des Übertragers erfüllt werden.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Co-Basislegierungen weisen sehr geringe Magnetostraktionswerte auf. Dies bedeutet, das der Permeabilitätsabfall durch Spannungen im Material sehr klein ist.

Mit den erfindungsgemäßen Magnetkernen können kompakte Schnittstellenübertrager mit kleinen Abmessungen hergestellt werden. Die Schnittstellenübertrager erfüllen auch mit einem einfachen Wicklungsaufbau die in den Normen festgelegten Anforderungen. Insbesondere erreichen die Übertrager die

geforderten Werte für die Induktivität auch bei einer Vormagnetisierung, wie sie aufgrund einer unsymmetrischen Stromverteilung im ISDN-Netz zu erwarten ist. Bei Co-Basislegierungen mit  $\mu > 95\ 000$  nimmt die Permeabilität bei geringer Vormagnetisierung bereits stark ab, so daß die geforderte Induktivität nur mit vergleichsweise großem magnetischem Kernquerschnitt bzw. hoher Windungszahl erreicht wird. Ist die Permeabilität  $\mu < 25\ 000$ , so wird die geforderte Induktivität ebenfalls nur durch die genannten Maßnahmen erreicht.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung einer Kobalt-Basislegierung erwiesen, die neben Kobalt im wesentlichen Eisen und Mangan mit einem Gesamtanteil von 3 bis 8 Atom-% sowie Metalloide mit einem Anteil von 24 bis 29 Atom-% enthält. Amorphe Kobalt-Basis-Legierungen mit einem Metalloidgehalt im Bereich von 5 bis etwa 35 Atom-% sind beispielsweise aus der EP-PS 21 101 und der DE-OS 3 021 536 bekannt. Es hat sich jedoch gezeigt, daß Kobalt-Basislegierungen mit einem Metalloidgehalt von weniger als 24 Atom-% bzw. von mehr als 29 Atom-% den Anforderungen an die Anfangspermeabilität nicht genügen. Als Metalloide kommen Bor, Silizium, Kohlenstoff und Phosphor in Frage.

Als vorteilhaft hat sich eine Kombination von Bor und Silizium erwiesen, wobei das Bor teilweise durch Kohlenstoff ersetzt werden kann. Durch den Zusatz von Mangan erfüllen die erfindungsgemäßen Magnetkerne die ISDN-Normen der  $S_0$  - Schnittstelle auch bei solchen Vormagnetisierungen, wie sie in den Übertragern im Netzabschluß erwartet werden. Weiterhin können die amorphen Kobalt-Basislegierungen auch Nickel mit einem Anteil von bis zu 15 Atom-% sowie eines oder mehrere der Elemente Molybdän, Chrom oder Niob mit einem Anteil von bis zu 1 Atom-% enthalten. Magnetkerne mit den höchsten zulässigen Werten für die Vormagnetisierung werden jedoch mit den Kobalt-Eisen-Mangan-Metalloid Legierungen erzielt, wenn der Mangan-Gehalt zumindest 0,5 Atom-% beträgt. In umfangreichen Forschungs- und Erprobungsreihen wurde gefunden, daß insbesondere solche Kobalt-Basislegierungen geeignete Magnetkernwerkstoffe für ISDN-Schnittstellenübertrager darstellen, bei denen der Metalloidgehalt in Abhängigkeit von der Permeabilität  $\mu$ , dem Eisengehalt a, dem Mangangehalt b, dem Nickelgehalt c, dem Molybdän-ChromNiob-Gehalt d sowie dem Bor- bzw. Kohlenstoffgehalt x gegeben ist, durch:

$$18 + 1,4 \cdot 1gA + B < z < 18 + 1,7 \cdot 1gA + B, \text{ wobei}$$

$$A = \mu (1 + 0,25 (a + c))$$

$$B = 0,25 (a - b) - 0,2 c - d + 3,2 x \text{ ist.}$$

Mit den erfindungsgemäßen Magnetkernen können  $S_0$  -Schnittstellenübertrager hergestellt werden mit einem Eisenquerschnitt von weniger als  $0,2 \text{ cm}^2$  für die Netzabschlußseite bzw. mit einem Eisenquerschnitt von weniger als  $0,1 \text{ cm}^2$  für die Endgeräte-Seite.

Die Erfindung soll nun anhand der Figuren und Beispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 die Schnittstellen und induktiven Bauelemente im ISDN-Netz,

Fig. 2 den Zusammenhang zwischen Metalloid-Gehalt und Anfangspermeabilität,

Fig. 3 den Zusammenhang zwischen der Feldstärke  $H_0$ , bei der die Permeabilität auf 70 % der Anfangspermeabilität abgesunken ist, und der Anfangspermeabilität,

Fig. 4 die Abhängigkeit der Induktivität von einer Gleichstrom-Vorbelastung im Bereich von 0 bis 10 mA,

Fig. 5 die Abhängigkeit der Induktivität von einer Gleichstromvorbelastung im Bereich von 0 bis 28 mA.

In Fig. 1 sind die Schnittstellen und induktiven Bauelemente im ISDN-Netz dargestellt. Dies sind die sogen.  $U_{K0}$  -Leitungsschnittstelle zwischen der digitalen Vermittlungsstelle 1 und dem Netzabschluß 2 (NT: Network Termination) sowie die  $S_0$  - Teilnehmerschnittstelle zwischen dem Netzabschluß 2 und den Endgeräten 3 (TE = Terminal Equipment). Zur Übertragung der Informationen zwischen der digitalen Vermittlungsstelle 1 und dem Netzabschluß 2 werden  $U_{K0}$  - Schnittstellenübertrager 4 eingesetzt. Die Verarbeitung der digitalen Signale im Netzabschluß 2 erfolgt durch elektronische Bauelemente 5. Der Netzabschluß enthält weiterhin die NT-Schnittstellenübertrager 6 der  $S_0$  -Schnittstelle. Die Übermittlung der digitalen Signale zwischen dem Netzabschluß 2 und einem Endgerät 3 erfolgt über die Sendeleitungen 7, 8 und die Empfangsleitungen 9, 10. Im Endgerät 3 erfolgt die Umsetzung der Signale über die TE-Schnittstellenübertrager 11 und die Weiterverarbeitung mit elektronischen Bauelementen 12. Das Endgerät beinhaltet ferner stromkompensierte Funkentstördrosseln 13.

Die erfindungsgemäßen Magnetkerne finden Anwendung in dem NT-Schnittstellenübertrager 6 und dem TE-Schnittstellenübertrager 11 der  $S_0$  - Schnittstelle. Die Stromversorgung der Endgeräte erfolgt teilweise von der digitalen Vermittlungsstelle über die  $S_0$  - Teilnehmerschnittstelle. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn es sich bei dem Endgerät um einen Telefonapparat handelt. Die Fernspeisung der Endgeräte ist in der Fig. 1 nicht dargestellt. Sie erfolgt über die Mittelanzapfung 14 der NT-Schnittstellenübertrager 6. Im nicht praxisgerechten Idealfall teilt sich der Speisestrom zu gleichen Teilen auf die Sendeleitungen 7, 8 bzw. die Empfangsleitungen 9, 10 auf. In der Praxis werden die verschiedenen Stromwege jedoch

unterschiedliche Widerstände aufweisen. Als Ursachen hierfür kommen beispielsweise unterschiedliche Wicklungswiderstände der Übertrager sowie unterschiedliche Widerstände der Steckkontakte der Leitungen bzw. auch der Anschlußschnur eines Endgerätes in Betracht. Eine solche Unsymmetrie des Stromes in den Sendeleitungen 7, 8 bzw. in den Empfangsleitungen 9, 10 führt zu einer Vormagnetisierung in den NT-Schnittstellenübertragern 6 bzw. den TE-Schnittstellenübertragern 11 der  $S_0$  - Schnittstelle. Intensive Untersuchungen und Berechnungen hierzu haben ergeben, daß im TE-Schnittstellenübertrager 11 mit einem Vormagnetisierungsstrom von etwa 3 mA gerechnet werden muß. Der erwartete maximale Vormagnetisierungsstrom im NT-Schnittstellenübertrager 6 liegt dagegen wesentlich höher, da an einen Netzanschluß bis zu acht Endgeräte parallel angeschlossen werden können. Es wird hierfür ein Vormagnetisierungsstrom bis etwa 12 mA erwartet.

Um die in der Norm geforderte Übertragung eines digitalen Impulses innerhalb der vorgegebenen Impulsmaske zu gewährleisten, muß der Übertrager auch bei den angegebenen Vormagnetisierungsströmen eine Induktivität von mehr als 20 mH aufweisen. Desweiteren sollte die Koppelkapazität gering sein. Als obere Grenze hierfür sind etwa 100 pF anzusehen.

#### Ausführungsbeispiele

In den nachfolgenden Beispielen wurden die amorphen Magnetkernmaterialien in Form von dünnen Bändern nach dem Schmelzspin-Verfahren hergestellt. Dieses Verfahren ist hinreichend bekannt und bildet nicht den Gegenstand dieser Erfindung. Aus den amorphen Bändern wurden dann Ringbandkerne gewickelt. Die Ringbandkerne wurden anschließend einer Wärmebehandlung im Querfeld unterzogen, d. h. in einem Magnetfeld parallel zur Rotations-Symmetrieachse der Ringbandkerne. Die Kerne wurden hierzu auf eine Temperatur von etwa 420 °C aufgeheizt und anschließend mit einer Abkühlrate von 0,1 bis 3 K/min abgekühlt. Die erfindungsgemäßen Magnetkerne weisen Magnetostruktionswerte von kleiner  $0,3 \cdot 10^{-6}$  auf. Dies bedeutet, daß der Permeabilitätsabfall durch Spannungen im Material sehr gering ist.

#### Beispiel 1: Co-Fe-M-Legierungen

Nach dem obenbeschriebenen Verfahren wurde ein Magnetkern mit der Legierungszusammensetzung

|      |    |      |    |
|------|----|------|----|
| Co   | Fe | Si   | B  |
| 68,2 | 4  | 16,8 | 11 |

hergestellt. Es wurden verschiedene Abkühlgeschwindigkeiten mit 0,2, 0,4 und 1,0 K/min ausgewählt. In Tab. 1 sind die Werte für die Sättigungsinduktion  $B_s$ , die Anfangspermeabilität  $\mu$ , gemessen bei einer Frequenz von 20 kHz, sowie die Magnetfeldstärke  $H_0$ , bei der die Permeabilität auf 70 % des Wertes der Anfangspermeabilität abgefallen ist, aufgelistet. Die Magnetfeldstärke  $H_0$  gibt zusammen mit der Anfangspermeabilität Aufschluß über die Eignung als Übertragerwerkstoff bei vorliegender Vormagnetisierung. Kleine  $H_0$ -Werte bedeuten eine Eignung nur bei kleiner Vormagnetisierung.

Es zeigt sich, daß die Anfangspermeabilität mit zunehmender Abkühlgeschwindigkeit zunimmt, während die Feldstärke  $H_0$  entsprechend abnimmt. Um die Anforderungen der ISDN-Norm hinsichtlich der Übertragung eines digitalen Impulses über eine  $S_0$  - Schnittstelle zu erfüllen, wird aufgrund der erwarteten Vormagnetisierung davon ausgegangen, daß  $H_0$  im Falle des NT-Schnittstellenübertragers 6 nicht kleiner als 70 mA/cm und im Falle des TE-Schnittstellenübertragers 11 nicht kleiner als etwa 20 mA/cm sein darf. Die genannte Legierung ist aufgrund ihrer  $H_0$  - Werte somit für beide Schnittstellenübertrager geeignet.

#### Beispiel 2: Co-Fe-Me-M-Legierungen

In der Tab. I sind unter den Leg.-Nr. 2.1 bis 11.1 Legierungen aufgeführt, die neben Co, Fe und Metalloiden nun zusätzlich Mangan enthalten. Die Magnetkerne mit den Nr. 2.1 bis 2.3 weisen Werte für die Anfangspermeabilität von über 95 000 auf und liegen somit außerhalb des beanspruchten Schutzbereichs. Die entsprechenden  $H_0$  - Werte liegen deutlich unter 20 mA/cm, so daß diese Magnetkerne für die genannten Schnittstellenübertrager nicht geeignet sind. Die Magnetkerne 3.1 bis 10.3 weisen dagegen alle Werte der Anfangspermeabilität innerhalb des Bereichs von 25 000 bis 95 000 auf. Auch bei diesen

Magnetkernen hat die Wärmebehandlung denselben Einfluß auf die Permeabilität und auf  $H_0$ , wie bei den Magnetkernen nach Beispiel 1. Der Wert für  $H_0$  bleibt jedoch stets über 20 mA/cm, unabhängig von der Abkühlgeschwindigkeit bei der Wärmebehandlung. Unter der Nr. 11.1 ist ein Magnetkern aufgeführt, der eine Legierungszusammensetzung außerhalb des beanspruchten Bereichs aufweist. Der Metalloidgehalt beträgt bei diesem Beispiel 20 Atom-%. Der Wert für  $H_0$  ist mit  $H_0 = 5060$  zwar extrem hoch, jedoch ist die Anfangspermeabilität mit  $\mu = 1000$  zu gering, so daß mit diesem Kern die Anforderungen an den genannten Schnittstellenübertrager nur mit vergrößertem magnetischen Kernquerschnitt bzw. erhöhter Windungszahl erfüllt werden können.

10

#### Beispiel 3: Co-Fe-T-M-Legierungen

In Tab. II sind die Magnetwerte von Magnetkernen aus manganfreien Legierungen aufgelistet. Die Legierungen enthalten zusätzlich 1,5 Atom-% Molybdän. Ein Vergleich zeigt, daß diese Magnetkerne kleinere  $H_0$  - Werte aufweisen als die manganhaltigen Magnetkerne nach Beispiel 2. Die manganfreien Magnetkerne mit einem Molybdänzusatz werden deshalb für TE-Schnittstellenübertrager 11 vorteilhaft eingesetzt werden können. Wie Magnetkern Nr. 14.1 zeigt, können durch eine geeignete Wärmebehandlung allerdings auch so hohe  $H_0$  - Werte erzielt werden, daß ein Einsatz dieser Magnetkerne im NT-Schnittstellenübertrager 6 möglich ist.

In Fig. 2 ist der Zusammenhang zwischen dem Metalloidgehalt und der Anfangspermeabilität graphisch dargestellt. Die durch Rechtecke dargestellten Wertepaare beziehen sich auf eine Legierung der Zusammensetzung

|      |     |    |     |     |   |
|------|-----|----|-----|-----|---|
| Co   | Fe  | Mn | (Si | B   | ) |
| Rest | 3,2 | 1  | 0,6 | 0,4 | z |

Die durch Sterne dargestellten Wertepaare beziehen sich auf eine Legierung der Zusammensetzung

|      |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Co   | Fe  | Mo  | (Si | B   | )   |
| Rest | 3,8 | 1,5 | 0,6 | 0,4 | z . |

Aus einer derartigen Auftragung können besonders vorteilhafte Bereichsgrenzen für den Metalloidgehalt in Abhängigkeit vom Gehalt an sonstigen Metall-Legierungskomponenten und von der Anfangspermeabilität  $\mu$  angegeben werden. Für einen erfindungsgemäßen Magnetkern mit der Legierungszusammensetzung

|      |    |    |    |   |     |        |   |
|------|----|----|----|---|-----|--------|---|
| Co   | Fe | Mn | Ni | T | (Si | (B, C) | ) |
| Rest | a  | b  | c  | d | 1-x | x      | z |

wobei T zumindest eines der Elemente Molybdän, Chrom oder Niob ist, sind die einzelnen Metall-Legierungsanteile eines erfindungsgemäßen Magnetkerns gegeben durch:

$3 < a + b < 8$ ,  $c < 15$ ,  $d < 1$ ,  $0,3 < x < 0,7$ . Für den zulässigen Metalloidgehalt der Magnetkerne ergibt sich:  $18 + 1,4 \cdot 1gA + B < z < 18 + 1,7 \cdot 1gA + B$  mit

$$A = \mu (1 + 0,25 (a + c))$$

$$B = 0,25 (a - b) - 0,2 C - d + 3,2 x.$$

In Fig. 3 ist der Zusammenhang zwischen  $H_0$  und der Anfangspermeabilität für manganhaltige und manganfreie Magnetkerne nach Beispiel 2 bzw. 3 graphisch dargestellt. Die Darstellung zeigt, daß durch den Manganzusatz die  $H_0$  - Werte erhöht werden. Insbesondere können mit den manganhaltigen Magnetkernen  $H_0$  - Werte erreicht werden, die deutlich über denen der manganfreien Magnetkerne liegen. Daher sind die manganhaltigen Legierungen die bevorzugten Magnetkernwerkstoffe für die beanspruchten Schnittstellenübertrager. Insbesondere für Schnittstellenübertrager mit einer hohen Gleichstromvormagnetisierung sind somit die manganhaltigen Legierungen als Magnetkernmaterialien vorzuziehen.

#### Beispiel 4:

In weiteren umfangreichen Versuchsreihen wurden amorphe Kobalt-Basislegierungen untersucht, die verschiedene Kombinationen von Eisen-, Mangan-, Nickel- und Molybdän-Zusätzen enthalten. Die Ergebnisse sind in Tab. 3 zusammengefaßt. Die Anfangspermeabilität wurde wiederum bei einer Frequenz von 20 kHz gemessen. Wie die Ergebnisse zeigen, können auch mit diesen Magnetkernen Permeabilitätswerte im Bereich von 25 000 bis 95 000 erreicht werden. Hierzu ist allerdings häufig eine relativ hohe Abkühlgeschwindigkeit bei der Wärmebehandlung, die technisch schwieriger zu realisieren ist, erforderlich. Die gleiche Wirkung wie Molybdän weisen auch die Elemente Chrom oder Niob auf. Es können somit geeignete Magnetkerne auch mit amorphen Kobalt-Basislegierungen hergestellt werden, die neben Kobalt, Eisen, Mangan und Metalloiden, auch Nickel, Molybdän, Chrom oder Niob enthalten. Bevorzugt werden jedoch solche Legierungen, die frei sind von den letztgenannten Legierungselementen.

#### Beispiel 5:

Mit Hilfe von Magnetkernen mit Legierungszusammensetzungen nach den Beispielen 2 und 3 wurden fertige Übertrager hergestellt. Die Übertrager hatten zwei Wicklungen mit gleicher Windungszahl. Die fertigen Bauelemente wiesen die Abmessungen 9,8 x 6,8 x 5 mm auf. Gemessen wurde die Induktivität der Übertrager ohne Gleichstromvormagnetisierung  $L(0)$  und bei Vormagnetisierung mit einem Gleichstrom von  $I = 2,5$  mA sowie die Koppelkapazität  $C$ . Die Ergebnisse sind in Tab. 4 zusammengefaßt. Mit einem Magnetkern der Nr. 3.2 aus Beispiel 2 wurden bereits bei einer Gesamtwindungszahl von  $2N = 34$  eine Induktivität von mehr als 20 mH auch bei einer Gleichstromvorbelastung von 2,5 mA erreicht. Durch eine Erhöhung der Windungszahl konnte der Induktivitätswert erhöht werden; gleichzeitig erhöhte sich allerdings geringfügig die Koppelkapazität.

Auch mit den Magnetkernen Nr. 5.3, 6.3 und 7.3 konnten ausreichende Induktivitätswerte und geringe Koppelkapazitätswerte erreicht werden. Die genannten Magnetkerne weisen Permeabilitätswerte zwischen 67 000 und 86 000 auf. Die  $H_0$ -Werte liegen im Bereich zwischen 26 und 45 mA/cm.

Weiterhin wurden Übertrager mit manganfreien Magnetkernen der Nr. 12.1 aus Beispiel 3 hergestellt. Diese Magnetkerne weisen einen  $H_0$ -Wert von lediglich 15 mA/cm auf. Aus diesem Grund wurde der geforderte Induktivitätswert bei einer Gleichstromvorbelastung von 2,5 mA mit einer Gesamtwindungszahl von  $2N = 34, 38$  bzw. 42 nicht erreicht. Bei Übertragern mit einer Gesamtwindungszahl von  $2N = 46, 50$  und 54 wurden die Spezifikationen jedoch erfüllt. Diese Übertrager sind aufgrund der höheren Windungszahlen jedoch aus wirtschaftlichen Gründen ungünstiger.

In Fig. 4 ist die Abhängigkeit der Induktivität von der Gleichstromvorbelastung für Übertrager mit Magnetkernen Nr. 3.2 und 12.1 graphisch dargestellt. Auf die Magnetkerne sind jeweils  $2 \times 19$  Windungen aufgebracht. Der Übertrager mit dem manganhaltigen Magnetkern 3.2 zeigt eine deutlich höhere Gleichstromvorbelastung als der Übertrager mit dem manganfreien Kern Nr. 12.1. Der Übertrager mit dem manganhaltigen Kern Nr. 3.2 erfüllt in der angegebenen Ausführungsform die ISDN-Anforderungen bis zu einer Gleichstromvorbelastung von etwa 5 mA. Er ist deshalb insbesondere als TE-Schnittstellenübertrager 11 einsetzbar.

#### Beispiel 6:

Mit den Magnetkernen Nr. 1.2, 7.1, 9.2, 10.2, 11.1 und 27.1 wurden Übertrager hergestellt. Die Übertrager wiesen wiederum zwei Wicklungen gleicher Windungszahl auf. Die Abmessungen des fertigen Bauelementes betragen 14 x 7 x 6 mm. Gemessen wurde die Induktivität  $L(0)$  ohne Vormagnetisierung sowie die Induktivität mit einer Gleichstromvorbelastung von 12 mA und die Koppelkapazität  $C$ . Die Messungen wurden bei einer Frequenz von 20 kHz durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tab. 5 zusammengefaßt.

Die Übertrager mit den Magnetkernen Nr. 1.2, 7.1, 9.2 und 10.2 wiesen bereits bei einer kleinen Gesamtwindungszahl von beispielsweise  $2N = 38$  sehr gute Werte für die Induktivität und die Koppelkapazität auf. Sie erfüllen damit die ISDN-Anforderungen. Aufgrund ihrer hohen Gleichstromvorbelastbarkeit sind diese Übertrager insbesondere als NT-Schnittstellenübertrager 6 einsetzbar. Die Permeabilität der beispielhaft verwendeten Kerne liegt zwischen 34 000 und 39 000. Die  $H_0$ -Werte liegen im Bereich zwischen 90 und 108 mA/cm. Aus dem Vergleich mit den Werten aus Beispiel 5 wird ersichtlich, daß für höhere Gleichstromvorbelastungen Magnetkerne mit niedrigerer Anfangspermeabilität und höherem  $H_0$ -Wert ausgewählt werden müssen. Dies wird auch aus den ebenfalls in Tab. 5 aufgeführten Übertragern mit Magnetkern Nr. 11.1 und 27.1 ersichtlich. Mit diesen nicht erfindungsgemäßen Magnetkernen wurde die

Anforderung an den Induktivitätswert erst bei einer Gesamtwindungszahl von 120 bzw. 200 erfüllt. Diese hohen Windungszahlen haben jedoch wiederum sehr hohe Koppelkapazitäten zur Folge. Zur Verringerung der Koppelkapazität wäre daher bei diesen Übertragern ein aufwendiger und somit teurer Wicklungsaufbau zur Verringerung der Koppelkapazität nötig, beispielsweise durch die Anbringung von zwischen den  
5 Wicklungen liegenden Isolierschichten.

In Fig. 5 ist die Abhängigkeit der Induktivität von der Gleichstromvorbelastung für zwei Übertrager mit den Magnetkernen Nr. 9.2 bzw. 14.1 dargestellt. Der Übertrager enthielt 2 x 19 Windungen ( $2 N = 38$ ). Der Übertrager mit dem manganfreien Kern Nr. 14.1 erfüllt die ISDN-Anforderungen an die Induktivität bis zu einer Gleichstromvorbelastung von etwa 10 mA. Der Übertrager mit dem manganhaltigen Magnetkern Nr.  
10 9.2 erfüllt dagegen die ISDN-Anforderungen hinsichtlich der Induktivität bis zu einer Gleichstromvorbelastung von etwa 14 mA. Bei der vorgegebenen Baugröße und Windungszahl kann er somit als NT-Schnittstellenübertrager 6 eingesetzt werden. Fig. 5 verdeutlicht wiederum die Überlegenheit der manganhaltigen Magnetkerne bei hoher Gleichstromvorbelastung.

Mit den erfindungsgemäßen Magnetkernen können somit sehr kompakte Übertrager hergestellt werden, die die ISDN-Anforderungen erfüllen. Die geeigneten Magnetkerne für die unterschiedlichen Gleichstromvorbelastungen können anhand der gegebenen Beispiele leicht ausgewählt werden.  
15

Tab. I

| Nr.  | v (K/min) | Fe  | Mn | Si   | B  | Bs (T) | $\mu_i \times 1000$ | Ho (mA/cm) |
|------|-----------|-----|----|------|----|--------|---------------------|------------|
| 1.1  | 0.2       | 4   | 0  | 16.8 | 11 | 0.63   | 34                  | 108        |
| 1.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.63   | 38                  | 90         |
| 1.3  | 1.0       |     |    |      |    | 0.63   | 43                  | 84         |
| 2.1  | 0.2       | 3.3 | 1  | 17.3 | 11 | 0.58   | 106                 | 14         |
| 2.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.58   | 118                 | 12         |
| 2.3  | 1.0       |     |    |      |    | 0.58   | 130                 | 9          |
| 3.1  | 0.2       | 3.3 | 1  | 17   | 11 | 0.60   | 65                  | 43         |
| 3.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.60   | 78                  | 34         |
| 3.3  | 1.0       |     |    |      |    | 0.60   | 93                  | 22         |
| 4.1  | 0.2       | 3.5 | 1  | 16.7 | 11 | 0.60   | 45                  | 73         |
| 4.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.60   | 57                  | 53         |
| 4.3  | 1.0       |     |    |      |    | 0.60   | 75                  | 32         |
| 5.1  | 0.2       | 3.4 | 1  | 16.7 | 11 | 0.61   | 54                  | 57         |
| 5.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.61   | 69                  | 43         |
| 5.3  | 1.0       |     |    |      |    | 0.61   | 86                  | 26         |
| 6.1  | 0.2       | 3.3 | 1  | 16.7 | 11 | 0.61   | 48                  | 62         |
| 6.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.61   | 61                  | 50         |
| 6.3  | 1.0       |     |    |      |    | 0.61   | 80                  | 30         |
| 7.1  | 0.2       | 3.2 | 1  | 16.7 | 11 | 0.62   | 39                  | 92         |
| 7.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.62   | 49                  | 70         |
| 7.3  | 1.0       |     |    |      |    | 0.62   | 67                  | 45         |
| 8.1  | 0.2       | 3.1 | 1  | 16.7 | 11 | 0.62   | 41                  | 79         |
| 8.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.62   | 49                  | 62         |
| 9.1  | 0.2       | 3.3 | 1  | 16.4 | 11 | 0.64   | 29                  | 141        |
| 9.2  | 0.4       |     |    |      |    | 0.64   | 36                  | 105        |
| 9.3  | 1.0       |     |    |      |    | 0.64   | 49                  | 69         |
| 10.1 | 0.2       | 3.2 | 1  | 16.3 | 11 | 0.65   | 27                  | 136        |
| 10.2 | 0.4       |     |    |      |    | 0.65   | 34                  | 108        |
| 10.3 | 1.0       |     |    |      |    | 0.65   | 44                  | 67         |
| 11.1 | 1.0       | 1.5 | 4  | 11   | 9  | 1      | 1                   | 5060       |

Tab. II

| Nr.  | v (K/min) | Fe  | Mn | Mo  | Si   | B    | Bs (T) | $\mu i$<br>x1000 | Ho<br>(mA/cm) |
|------|-----------|-----|----|-----|------|------|--------|------------------|---------------|
| 12.1 | 0.2       | 3.8 | 0  | 1.5 | 16.3 | 11.2 | 0.53   | 78               | 15            |
| 12.2 | 0.4       |     |    |     |      |      |        | 95               | 14            |
| 12.3 | 1.0       |     |    |     |      |      |        | 103              | 12            |
| 13.1 | 0.2       | 3.8 | 0  | 1.5 | 16.3 | 11   | 0.54   | 69               | 24            |
| 13.2 | 0.4       |     |    |     |      |      |        | 85               | 15            |
| 13.3 | 1.0       |     |    |     |      |      |        | 91               | 13            |
| 14.1 | 0.2       | 3.8 | 0  | 1.5 | 16.3 | 10   | 0.59   | 39               | 68            |
| 14.2 | 0.4       |     |    |     |      |      |        | 47               | 57            |
| 14.3 | 1.0       |     |    |     |      |      |        | 65               | 35            |

Tab. III

| Nr.  | v (K/min) | Fe  | Mn  | Ni | Mo  | Si   | B    | Bs (T) | $\mu i$<br>x1000 |
|------|-----------|-----|-----|----|-----|------|------|--------|------------------|
| 15.1 | 0.40      | 2.9 | 1.4 | 0  | 1.3 | 15.3 | 9.7  | 0.65   | 16               |
| 15.2 | 1.00      |     |     |    |     |      |      | 0.65   | 19               |
| 15.3 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.65   | 27               |
| 16.1 | 0.40      | 1.5 | 3.6 | 0  | 1.2 | 15   | 9    | 0.69   | 11               |
| 16.2 | 1.00      |     |     |    |     |      |      | 0.69   | 14               |
| 16.3 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.69   | 17               |
| 17.1 | 1.00      | 2.4 | 2   | 0  | 0   | 15.8 | 11   | 0.68   | 30               |
| 17.2 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.68   | 36               |
| 18.1 | 0.40      | 0   | 6   | 0  | 0   | 13   | 13   | 0.70   | 110              |
| 18.2 | 1.00      |     |     |    |     |      |      | 0.70   | 190              |
| 19.1 | 1.00      | 2.1 | 5   | 10 | 0   | 15   | 9    | 0.67   | 20               |
| 19.2 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.67   | 25               |
| 20.1 | 0.40      | 2.3 | 4.5 | 10 | 0   | 12   | 12   | 0.71   | 12               |
| 20.2 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.71   | 21               |
| 21.1 | 0.40      | 2.3 | 4.5 | 10 | 0   | 12.5 | 12.5 | 0.65   | 48               |
| 21.2 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.65   | 80               |
| 22.1 | 1.00      | 0.4 | 7.5 | 10 | 0   | 11.5 | 11.5 | 0.71   | 25               |
| 22.2 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.71   | 33               |
| 23.1 | 0.40      | 0   | 7.5 | 10 | 0   | 11.5 | 11.5 | 0.68   | 29               |
| 23.2 | 1.00      |     |     |    |     |      |      | 0.68   | 45               |
| 23.3 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.68   | 47               |
| 24.1 | 0.40      | 0   | 7.5 | 10 | 0   | 12   | 12   | 0.64   | 102              |
| 24.2 | 1.00      |     |     |    |     |      |      | 0.64   | 120              |
| 25.1 | 1.00      | 1.7 | 5   | 14 | 0   | 12   | 12   | 0.64   | 32               |
| 25.2 | 2.00      |     |     |    |     |      |      | 0.64   | 44               |
| 26.1 | 1.00      | 0   | 7.5 | 20 | 0   | 10.8 | 10.8 | 0.63   | 22               |
| 27.1 | 1.00      | 1.1 | 4   | 0  | 1   | 13.2 | 8.5  | 0.82   | 3                |



Tab. IV

| Nr.  | 2°N | L(0)<br>mH | L(I=2,5mA)<br>mH | C pF |
|------|-----|------------|------------------|------|
| 3.2  | 34  | 25         | 21               | 28   |
| 3.2  | 38  | 31         | 26               | 32   |
| 3.2  | 42  | 38         | 31               | 35   |
| 3.2  | 46  | 45         | 37               | 38   |
| 5.3  | 38  | 34         | 27               | 32   |
| 6.3  | 38  | 32         | 26               | 31   |
| 7.3  | 38  | 27         | 23               | 32   |
| 12.1 | 34  | 25         | 15               | 29   |
| 12.1 | 38  | 31         | 18               | 31   |
| 12.1 | 42  | 38         | 19               | 37   |
| 12.1 | 46  | 45         | 22               | 38   |
| 12.1 | 50  | 54         | 22               | 42   |
| 12.1 | 54  | 62         | 24               | 45   |

Tab. V

| Nr.  | 2°N | L(0)<br>mH | L(I=12mA)<br>mH | C pF |
|------|-----|------------|-----------------|------|
| 9.2  | 34  | 26         | 24              | 41   |
| 9.2  | 38  | 32         | 26              | 46   |
| 9.2  | 42  | 40         | 33              | 53   |
| 1.2  | 38  | 33         | 26              | 44   |
| 10.2 | 38  | 30         | 24              | 46   |
| 7.1  | 38  | 34         | 27              | 45   |
| 14.1 | 30  | 21         | 16              | 36   |
| 14.1 | 34  | 27         | 17              | 41   |
| 14.1 | 38  | 34         | 16              | 43   |
| 14.1 | 42  | 42         | 15              | 51   |
| 27.1 | 38  | 3          | 3               | 42   |
| 27.1 | 120 | 26         | 25              | 146  |
| 11.1 | 38  | 1          | 1               | 47   |
| 11.1 | 200 | 24         | 24              | 243  |

#### Ansprüche

1. Magnetkern für einen Schnittstellenübertrager, der zum Einsatz bei einem digitalen Übertragungssystem eine Induktivität L von mehr als 20 mH bei 20 kHz bei möglichst geringer Koppelkapazität aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß als Magnetkernmaterial eine magnetostriktionsarme, amorphe Co-Basislegierung mit einer Permeabilität von mehr als 25 000 und weniger als 95000 verwendet wird.

2. Magnetkern nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die amorphe Co-Basislegierung neben Co im wesentlichen Fe und Mn mit einem Gesamtanteil von 3 bis 8 Atom-% sowie Metalloide mit einem Anteil von 24 bis 29 Atom-% und wahlweise bis zu 15 Atom-% Ni sowie bis zu 1 Atom-% Mo, Cr und/oder Ni enthält.

3. Magnetkern nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Co-Basislegierung die Zusammensetzung

|      |    |    |    |   |     |        |   |
|------|----|----|----|---|-----|--------|---|
| Co   | Fe | Mn | Ni | T | (Si | (B, C) | ) |
| Rest | a  | b  | c  | d | 1-x | x      | z |

5 aufweist, wobei T zumindest eines der Elemente Mo, Cr oder Nb ist und wobei für die Legierungsanteile (in Atom-%) folgende Beziehungen gelten:

$$3 < a + b < 8$$

$$c < 15$$

$$d < 1$$

$$10 \quad 0,3 < x < 0,7$$

$$18 + 1,4 \cdot \lg A + B < z < 18 + 1,7 \cdot \lg A + B \text{ mit}$$

$$A = \mu (1 + 0,25 \cdot (a + c))$$

$$B = 0,25 \cdot (a - b) - 0,2 \cdot c - d + 3,2 \cdot x$$

15 Rest Co sowie Verunreinigungen. Dabei bedeutet  $\mu$  die Anfangspermeabilität und  $\lg A$  den Zehnerlogarithmus von A.

4. Magnetkern nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch einen Mn Anteil von mehr als 0,5 Atom-% ( $b > 0,5$ ).

5. Magnetkern nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetkernmaterial kein Ni enthält ( $c = 0$ ).

20 6. Magnetkern nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetkernmaterial kein Mo, Cr oder Nb enthält ( $d = 0$ ).

7. Magnetkern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die amorphe Co-Basislegierung einen Magnetostruktionswert von weniger als  $0,3 \cdot 10^{-6}$  aufweist.

25

30

35

40

45

50

55

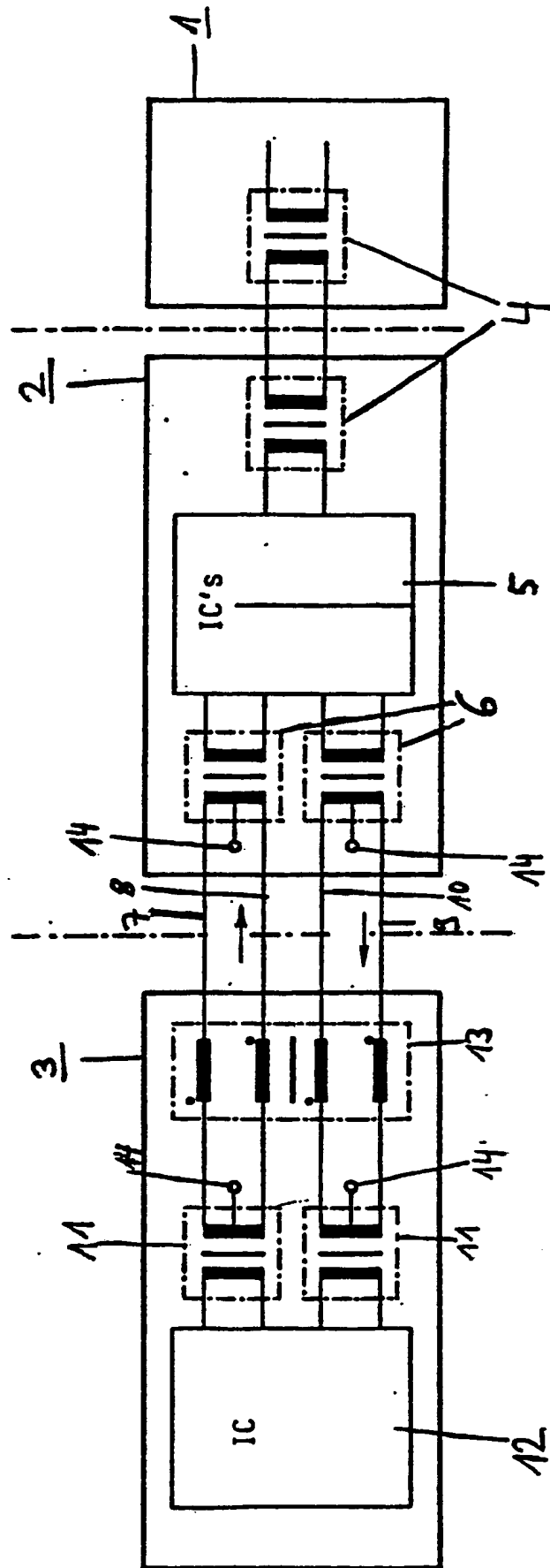


FIG. 1

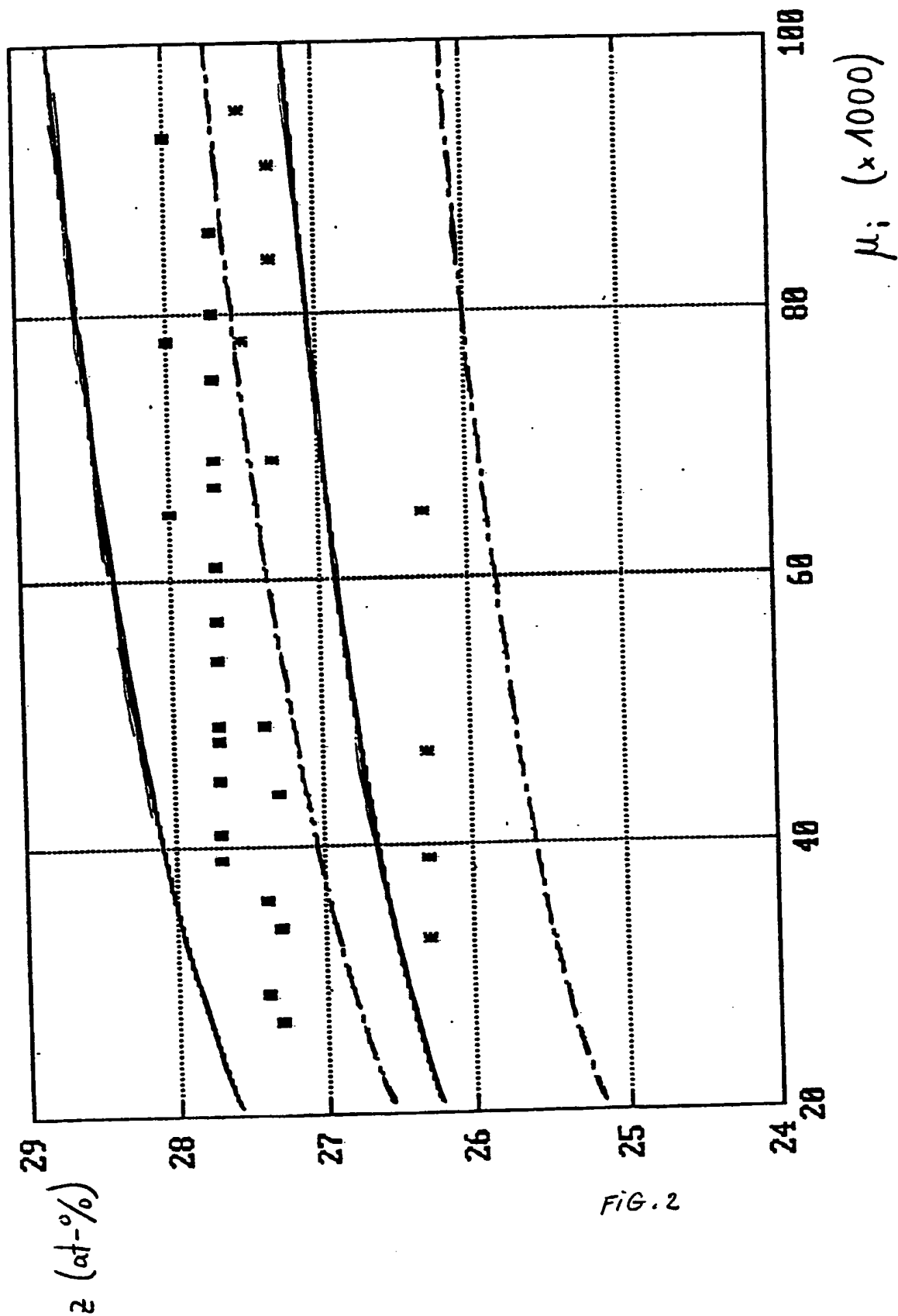


FIG. 2

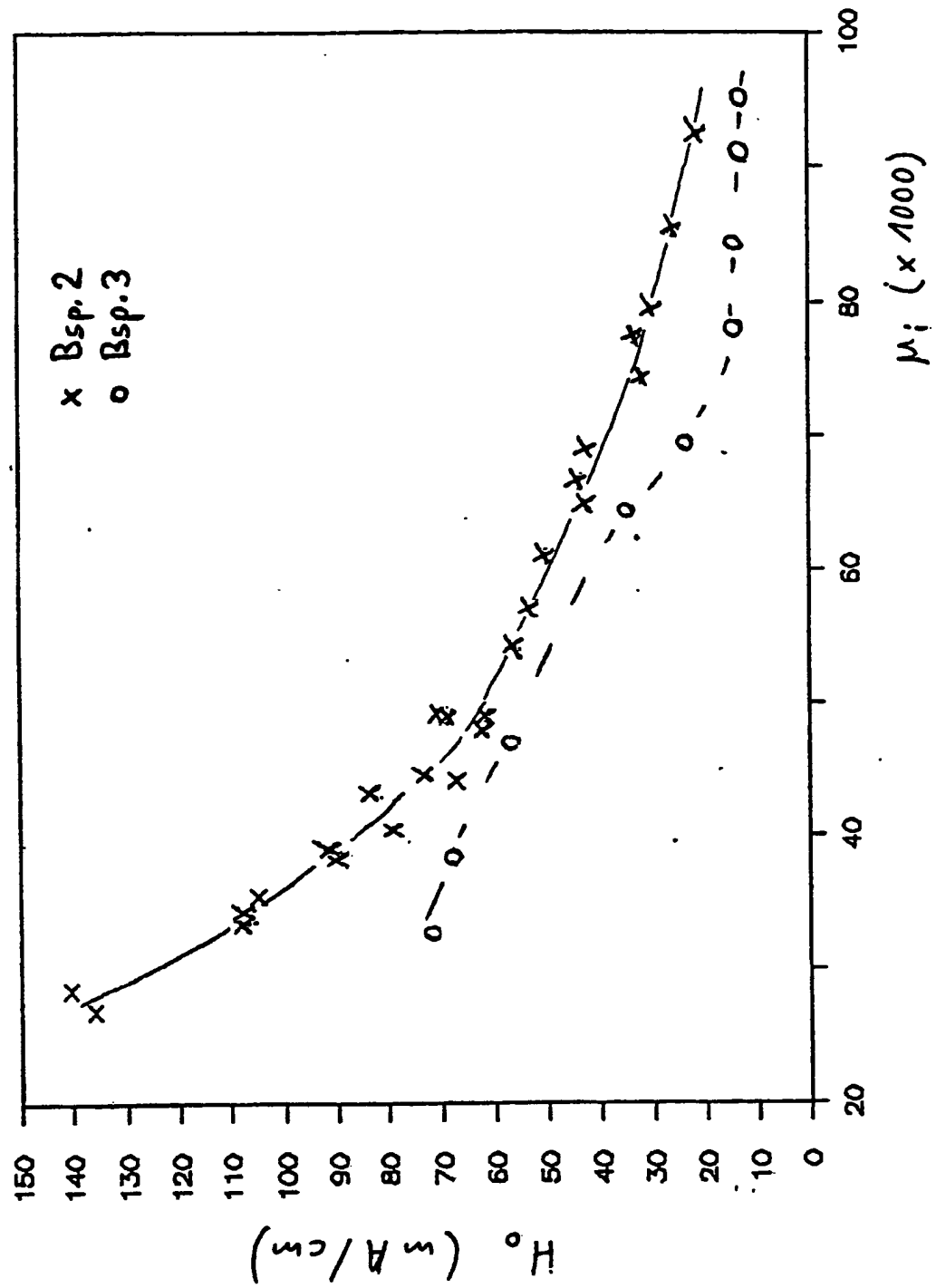


Fig. 3

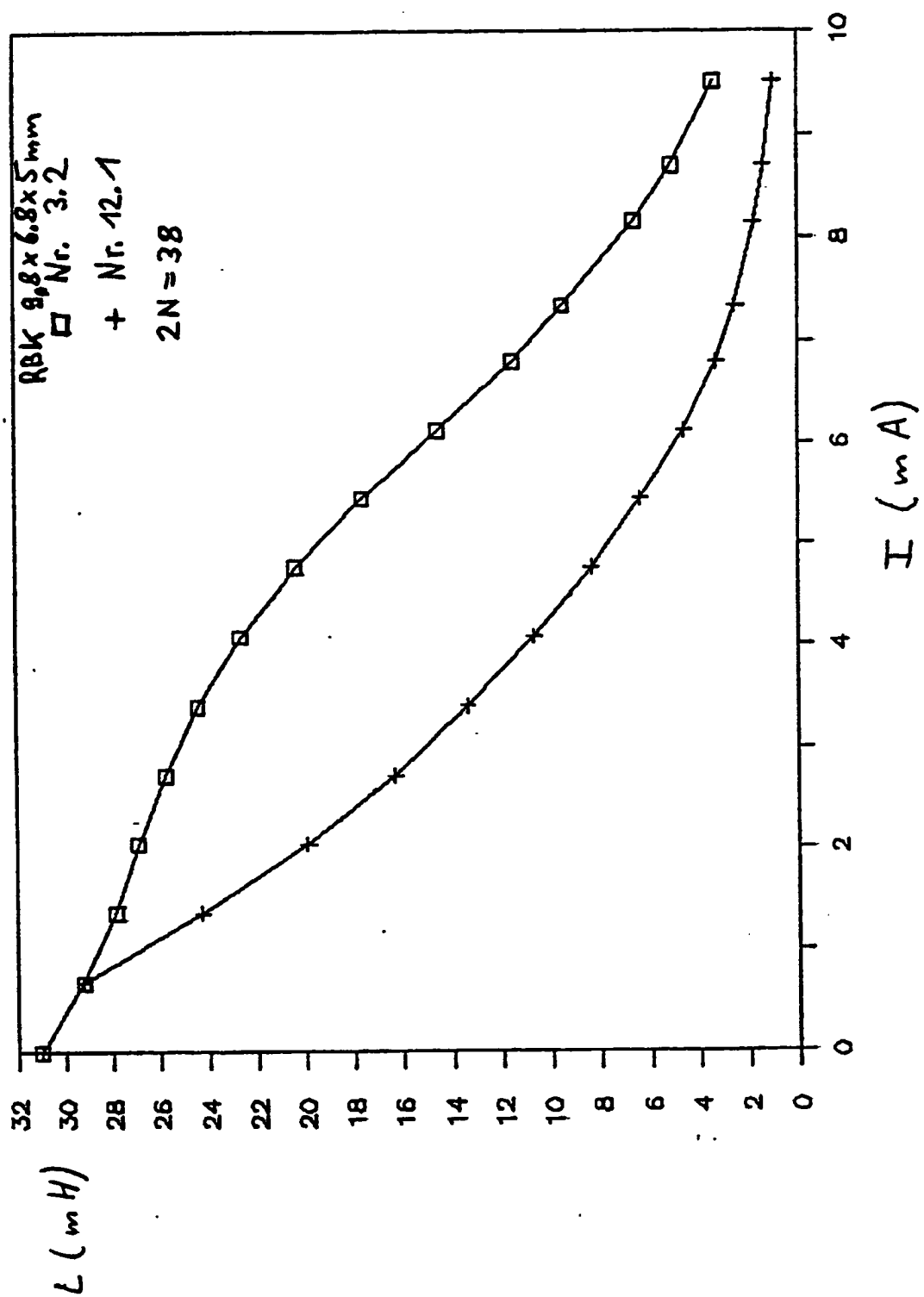


Fig. 4

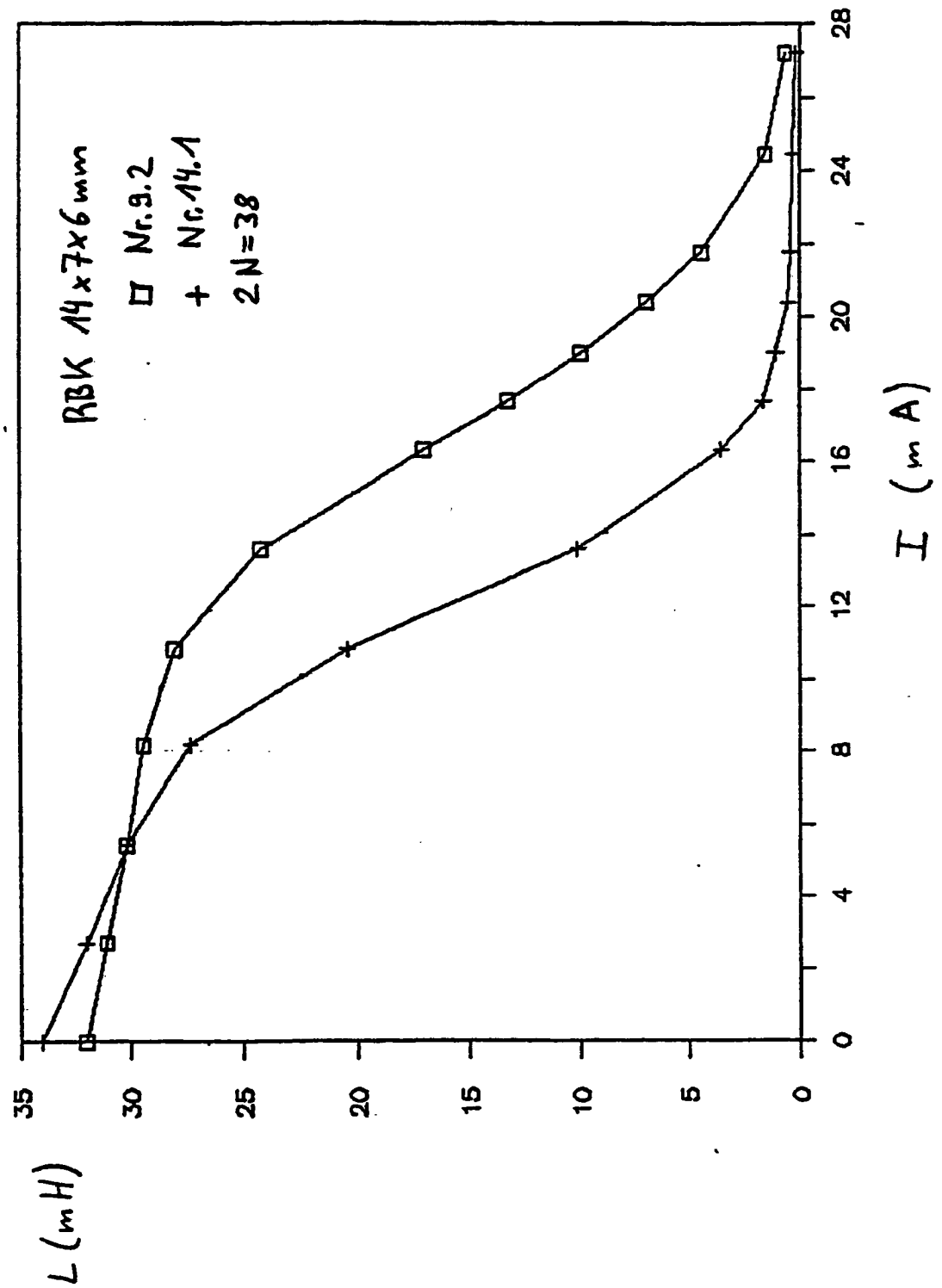


Fig. 5